Arch

نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک
جلد بیست و هفتم، شماره اول، ۱۳۹۹
۱۲۷-۱٤٤
http://jwsc.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jwsc.2020.15237.3042

اثر کاربرد شوک الکتریکی و هیدروپرایمینگ بذر بر افزایش بهره‌وری آب گندم تحت سطوح مختلف شوری

احمد احمدیان[۱]، سعید مهرجو[۲] و *امیر سالاری[۳]

[۱]استادیار گروه تولیدات گیاهی و گیاهان دارویی، دانشکده کشاورزی و پژوهشکده زعفران دانشگاه تربت‌حیدریه، [۲]مدرس گروه برق، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه تربت‌حیدریه، [۳]استادیار گروه علوم و مهندسی آب، مجتمع آموزش عالی میناب، دانشگاه هرمزگان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۳/۲۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۰/۲۲

چکیده

سابقه و هدف: هر چند شواهد بیانگر افزایش شوری و کاهش منابع آب‌وخاک است اما تقاضای روزافزون به مواد غذایی به‌دلیل رشد شدید جمعیت و کمبود منابع آب با کیفیت مناسب، استفاده از آب‌های با کیفیت نامناسب و نامتعارف را اجتناب‌ناپذیر نموده است. شوری از طریق سمیت عناصر، اختلال در جذب عناصر و کاهش پتانسیل آب بر رشد گیاهان زراعی تأثیر می‌گذارد. مراحل استقرار و جوانه‌زنی از حساس‌ترین مراحل رشد گیاه به شوری هستند و روش‌های متعددی جهت کاهش اثرات منفی شوری آب‌وخاک و افزایش یکنواختی سبزشدن و در نهایت عملکرد گیاهان وجود دارد. کاربرد شوک الکتریکی و هیدروپرایمینگ به‌ترتیب ازجمله روش‌های جدید و کاربردی افزایش مقاومت به شوری هستند. هر چند اطلاعات علمی کمی در مورد اثر شوک الکتریکی بر جوانه‌زنی گیاهان وجود دارد اما پرایمینگ بذر یکی از روش‌های کاربردی و رایج کاهش اثرات منفی شوری است این روش‌ها باعث القای مقاومت اولیه به تنش شوری می‌گردند. بدین‌منظور آزمایشی با هدف بررسی اثر پرایمینگ و شوک الکتریکی بر جوانه‌زنی و برخی صفات اولیه رویشی گندم انجام شد.

مواد و روش‌ها: در شرایط آزمایشگاه آزمایش به‌صورت فاکتوریل سه عاملی در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی در سه تکرار در سال ۹۵ در آزمایشگاه تحقیقاتی گیاهان دارویی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربت‌حیدریه پیاده گردید. فاکتورها شامل پرایم بذور در دو سطح (عدم پرایم و پرایم با آب مقطر به‌مدت ٤٨ ساعت)، شوک الکتریکی در دو سطح (عدم شوک و اعمال شوک الکتریکی با ولتاژ ۲۰ کیلووات) و شوری در سه سطح (آب مقطر به عنوان شاهد، ۲۰۰ و ٤۰۰ میلی‌مولار) بود. آزمایش مزرعه‌ای به‌صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سال زراعی ۹٦-۱۳۹۵ در سایت تحقیقاتی گیاهان دارویی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربت‌حیدریه انجام شد. تیمارهای تنش شوری به‌عنوان کرت اصلی و سطوح شوک و پیش‌تیمار به‌صورت فاکتوریل در کرت فرعی اعمال

* مسئول مکاتبه: salari.1361@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

گردید. تیمارها مشابه با آزمایش جوانه‌زنی اعمال گردید. با توجه به این‌که آب مورداستفاده برای آبیاری مزرعه شوری حدود ۲ دسی‌زیمنس بر متر داشت به‌عنوان تیمار شاهد در نظر گرفته شد.

یافته‌ها: نتایج تجزیه واریانس نشان داد تأثیر پرایم بذور، القای شوک الکتریکی و شوری و اثر متقابل آن‌ها در سطح یک درصد در تمامی صفات موردمطالعه دارای تأثیر معنی‌داری بوده است. بررسی نتایج اثرات ساده سه عامل مستقل نشان داد پرایم بذور قبل از کشت باعث افزایش تمامی صفات جوانه‌زنی موردمطالعه (غیر از سرعت جوانه‌زنی) شده است. نتایج مزرعه‌ای نشان داد صفات موردمطالعه تحت‌تأثیر تیمارهای مختلف پرایم، شوک و شوری قرار گرفتند و پرایم بذور و اعمال شوک الکتریکی باعث افزایش معنی‌دار تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله، وزن هزاردانه، کلروفیل آ، ارتفاع بوته، عملکرد دانه و بیولوژیک و همچنین شاخص برداشت گندم گردیده و افزایش سطوح شوری باعث کاهش معنی‌دار صفات مذکور شد. میزان کاهش صفات موردمطالعه به‌دلیل افزایش سطوح شوری در شرایط عدم پرایم- عدم شوک نسبت به شرایط اعمال پرایم- القای شوک، بیش‌تر بود.

نتیجه‌گیری: کاربرد شوک الکتریکی و هیدروپرایمینگ در شرایط آزمایشگاهی باعث افزایش قدرت جوانه‌زنی و رشد اولیه گندم و در نتیجه افزایش توان رقابت با علف‌های هرز و در شرایط مزرعه‌ای نیز باعث افزایش عملکرد و اجزای عملکرد گندم به‌ویژه در شرایط تنش شوری گردید.

واژه‌های کلیدی: بهره‌وری آب، شوک الکتریکی، گندم

مقدمه

صاعقه یا شوک الکتریکی در طبیعت به‌علت تخلیه بار الکتریکی ناشی از برخورد هوا با مولکول‌های ابر است. هنگام برخورد دو ابر با بارهای ناهمنام، ولتاژ بسیار زیادی تولید می‌شود که لازم است در جایی تخلیه شود، این عمل توسط صاعقه انجام می‌شود. روش‌های بیوفیزیکی قادر به افزایش رشد گیاهان با سطح بالای انرژی هستند. این روش‌ها مقدار انرژی را مستقل از منشأ آن‌ها افزایش داده و پتانسیل الکتریکی غشاء سلول را افزایش می‌دهند. این روش‌ها بدون اثرگذاری بر ساختار ژنتیکی قابل توارث گیاه، باعث تغییر در رشد و فرآیندهای متابولیکی و فیزیولوژیکی می‌شود؛ بنابراین، امکان انتقال تغییرات به نسل بعد وجود نخواهد داشت (۲۵). این احتمال وجود دارد که تخلیه بار الکتریکی ابرها، اثراتی مشابه تنش‌های مکانیکی بر گیاهان وارد نماید. این تنش‌ها احتمالاً اثرات متفاوتی بر رشد و عملکرد گیاهان در سطح کره زمین دارد. متأسفانه اطلاعات علمی کمی در مورد اثر شوک الکتریکی (صاعقه) بر جوانه‌زنی گیاهان وجود دارد. هر چند گزارش شده است که میدان‌های مغناطیسی فعالیت یون‌ها و قطبی شدن مولکول‌های دوقطبی را در سلول‌های زنده تحت‌تأثیر قرار می‌دهد که اثرات آن‌ها بر تکثیر سلول، فعالیت‌های بیوشیمیایی، میزان تنفس و فعالیت آنزیم‌ها است (٦).

در طبیعت گیاهان در برابر نوسانات محیطی مختلفی از جمله خشکی و شوری قرار دارند که رشد آن‌ها را محدود می‌کند. گیاهان برای حفظ بقای خود، مکانیسم‌های مختلفی برای سازش با این تغییرات محیطی دارند که از آن جمله می‌توان به مکانیسم‌های

www.SID.ir

Archive of SID

مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و تغییرات مولکولی اشاره کرد. تنش شوری می‌تواند بر فرآیندهای فیزیولوژیکی، از جوانه‌زنی تا تکوین گیاه تأثیرگذار باشد. فتوسنتز که یک مسیر کلیدی در فیزیولوژی گیاهان است به‌شدت تحت‌تأثیر شوری قرار می‌گیرد. آبسیزیک اسید تولیدشده در واکنش به شوری سبب بسته شدن روزنه‌ها شده و ورود دی‌اکسیدکربن را به گیاه محدود می‌کند (۷).

شوری از طریق سمیت عناصر، اختلال در جذب عناصر و کاهش پتانسیل آب بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گیاهان زراعی تأثیر می‌گذارد، گرچه در بین گیاهان و حتی ارقام یک گونه زراعی از لحاظ واکنش به شوری تنوع وجود دارد (۱۰).

گندم به‌عنوان مهم‌ترین محصول زراعی و استراتژیک ایران، ازجمله گیاهان نیمه‌متحمل به شوری است و براساس داده‌های موجود در مرکز بین‌المللی اصلاح گندم، ۱۰-۸ درصد اراضی زیرکشت گندم در ایران متأثر از شوری هستند (۲۲).

پرایمینگ بذر از جمله روش‌های فیزیولوژیک پیش از جوانه‌زنی است که عملکرد بذر را بهبود بخشیده و منجر بـه جوانه‌زنی سریع‌تر و یکنواخت‌تر می‌گردد. این تکنیک شامل فرایندهایی است که بذر آب جذب کرده و پس از خشک‌کردن بذور، آن‌ها را برای مدت تعیین‌شده در محیطی با درجه حرارت خاص قرار می‌دهند و مشابه سایر بذور در مزرعه کشت می‌کنند. استراتژی‌های مختلفی جهت غلبه بر اثرات منفی تنش‌ها وجود دارد، پرایمینگ بذر یکی از روش‌های کاهش اثرات منفی تنش‌ها از جمله شوری است و باعث القای مقاومت اولیه به تنش‌های محیطی می‌شود (۲٤).

اولین مرحله رشد گیاه، جوانه‌زنی بذر است که طی سه مرحله جذب آب، کمون و خروج ریشه‌چه انجام می‌گردد. با شروع فعالیت آنزیم‌ها، طی مراحل اول و دوم و افزایش میزان تنفس طی مرحله دوم، واکنش‌های تجزیه و سنتز آغاز شده و فعال شدن آنزیم‌ها سبب شکستن بافت‌های ذخیره‌ای و انتقال مواد شده و سرانجام در مرحله سوم، ریشه‌چه قابل‌رؤیت می‌گردد. بنابراین تیمارهای اعمال‌شده برای ارتقای شرایط بذر باید در مراحل اول و دوم جوانه‌زنی و قبل از خروج ریشه‌چه اعمال گردد. با استفاده از تیمارهای افزایش‌دهنده قدرت بذر، می‌توان به جوانه‌زنی سریع، ظهور یکنواخت و استقرار قوی گیاه دست یافت (۱۳).

بررسی اثر شوری بر سرعت و درصد جوانه‌زنی و هم‌چنین رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه در بسیاری از گیاهان زراعی نشان داده است که سنجش تنش شوری در مرحله جوانه‌زنی، یک آزمون قابل‌اطمینان در ارزیابی تحمل بسیاری از گونه‌ها است، زیرا شوری تأثیر به‌سزایی در کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی و همچنین کاهش رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه دارد (۱۲).

جوانه‌زنی بذر اهمیت زیادی در تعیین تراکم نهایی بوته در واحد سطح دارد، زیرا تراکم کافی بوته در واحد سطح، زمانی به‌دست می‌آید که بذرهای کاشته شده به‌طور کامل و با سرعت کافی جوانه بزنند. نوسانات جوانه‌زنی که تحت‌تأثیر عوامل محیطی است از نظر اکولوژیکی و از دیدگاه مدیریت زراعی از اهمیت خاصی برخوردار است. کاهش پتانسیل اسمزی و یا سمیت یون‌ها، به‌عنوان عوامل بازدارنده جوانه‌زنی تحت‌تأثیر شوری به‌حساب می‌آیند، هرگاه گیاهی بتواند در مرحله جوانه‌زنی مقاومت بیش‌تری از خود نشان دهد می‌تواند این دوره را با موفقیت بیش‌تری طی نماید، بنابراین پژوهشگران به دنبال افزایش استقرار گیاهچه‌ها در شرایط تنش شوری هستند (۵).

با توجه به وجود شوری آب‌وخاک و تشدید آن بر اثر بهره‌برداری‌های بی‌رویه منابع آب زیرزمینی در

www.SID.ir

Archive of SID

اکثر مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران جهت تولید محصولات زراعی از جمله گندم، انتظار می‌رود بتوان با استفاده از روش‌های پیش‌تیمار پرایمینگ و همچنین بهره‌گیری از تکنولوژی‌های مدرن هم‌چون شوک الکتریکی، قدرت جوانه‌زنی و رقابت با تنش‌های محیطی زنده و غیرزنده را در گیاهان افزایش داد. پرایمینگ بذر ساده‌ترین و درعین‌حال، بهترین روش افزایش سرعت جوانه‌زنی بذور محسوب می‌شود، در این روش به بذر اجازه داده می‌شود تا قبل از شروع مراحل اولیه جوانه‌زنی (فعال شدن آنزیم) آب جذب نموده و بعدازاین مدت بذور خشک و آماده کشت گردد (۱۶).

آرمین و عجم‌نوروزی (۲۰۱۴) با بررسی تأثیر پرایمینگ بذر بر جوانه‌زنی و رشد هتروتروفیک گیاهچه‌های گندم در شرایط استرس خشکی و شوری نتیجه گرفتند با افزایش تنش خشکی و شوری، مؤلفه‌های رشد هتروتروفیک گندم کاهش یافته و این کاهش برای بذور پرایم نشده بیش‌تر بود، در این پژوهش، تاثیر تنش خشکی بر پارامترها، نسبت به تنش شوری بیش‌تر به‌دست آمد و در مجموع پرایمینگ بذر توانست باعث بهبود جوانه‌زنی و افزایش مقاومت در شرایط تنش خشکی و شوری گردد (۱).

تأثیر معنی‌دار سطوح مختلف شوری بر شاخص تحمل به شوری، شاخص سرعت جوانه‌زنی، میانگین زمان جوانه‌زنی، میانگین سرعت جوانه‌زنی، میانگین ضریب سرعت جوانه‌زنی، وزن خشک ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه و درصد جوانه‌زنی و شاخص جوانه‌زنی گندم توسط پژوهشگران مختلفی گزارش گردیده است (۱۴).

هدف از اجرای این پژوهش، بررسی اثرات هیدروپرایمینگ و شوک الکتریکی بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی، رشد اولیه و هم‌چنین عملکرد و اجزای عملکرد گندم تحت شرایط مختلف شوری انجام گردید.

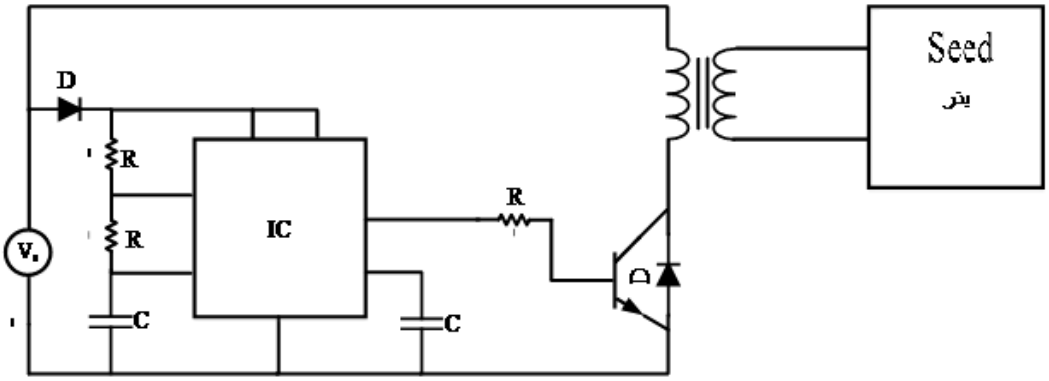
مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در سایت تحقیقاتی گیاهان دارویی دانشگاه تربت‌حیدریه در شهرستان تربت‌حیدریه واقع در استان خراسان‌رضوی، با عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۲۰ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۱۳۳ دقیقه شرقی و در ارتفاع ۱۴۵۰ متر از سطح آزاد دریا که براساس تقسیم‌بندی آمبرژه جزو مناطق سرد و خشک می‌باشد، در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ و به‌صورت دو آزمایش جداگانه در محیط کشت پتری‌دیش و مزرعه‌ای انجام شد.

در شرایط آزمایشگاه آزمایش به‌صورت فاکتوریل سه عاملی در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی در سه تکرار پیاده گردید. فاکتورها شامل پرایم بذور در دو سطح (عدم پرایم و پرایم با آب مقطر به‌مدت ۴۸ ساعت)، شوک الکتریکی در دو سطح (عدم شوک و اعمال شوک الکتریکی با ولتاژ ۲۰ کیلووات) و شوری در سه سطح (آب مقطر به‌عنوان شاهد، ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی‌مولار (به‌ترتیب معادل ۱۰ و ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر)) بود (انتخاب شوری‌ها بر اساس آستانه تحمل به شوری گندم بوده و برای مشخص نمودن آن‌ها از EC متر استفاده گردید). جهت تهیه محلول شوری، از نمک‌های NaCl و $CaCl_2$ با نسبت جرمی ۲NaCl: ۱$CaCl_2$ استفاده گردید. جهت اعمال پیش تیمار ابتدا بذرهای گندم بر اساس طرح آزمایشی به‌مدت ۴۸ ساعت در آب مقطر، قرار گرفتند. جهت اعمال تیمار شوک الکتریکی از دستگاه شوکر برقی با ولتاژ ۲۰ کیلووات (در حد ولتاژ صاعقه) در پنج نوبت پیاپی (هر نوبت به‌مدت سه ثانیه) استفاده گردید (شکل ۱).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- شماتیک مدار شوکر الکتریکی.

Figure 1. Schematic of the electric shock circuit.

بذرهای گندم رقم روشن قبل از کاشت، در هیپوکلریدسدیم ۵ درصد به‌مدت یک دقیقه ضدعفونی شده و بعد با آب مقطر شسته شد، سپس بذرها به پتری‌دیش‌های حاوی کاغذ صافی استریل شده، منتقل شد. در هر پتری ۲۵ عدد بذر کشت گردید و به هر ظرف مقدار ۱۵ میلی‌لیتر از محلول شوری اضافه شد. هرروز (به‌مدت هفت روز) تعداد بذرهای جوانه‌زده شمرده شد. در روز هفتم طول ساقه‌چه و طول ریشه‌چه به‌وسیله خط‌کش اندازه‌گیری شد. به‌منظور تعیین وزن بذرها، ابتدا بذرها در آون به‌مدت ٤٨ ساعت در دمای ۷۰ درجه خشک شد. بعد از خشک شدن وزن ریشه‌چه و ساقه‌چه گرفته شد. سرعت جوانه‌زنی (حاصل جمع تعداد بذور جوانه‌زده در هر روز بر روز مورد شمارش) و درصد جوانه‌زنی محاسبه و ثبت شد.

آزمایش مزرعه‌ای به‌صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. تیمارهای تنش شوری به‌عنوان کرت اصلی و سطوح شوک و پیش‌تیمار به‌صورت فاکتوریل در کرت فرعی اعمال گردید. تیمارها مشابه با آزمایش جوانه‌زنی اعمال گردید. با توجه به این‌که آب مورداستفاده برای آبیاری مزرعه شوری حدود ۲ دسی‌زیمنس بر متر داشت به‌عنوان تیمار شاهد در نظر گرفته شد. گندم در کرت‌هایی به ابعاد دو در دو متر با فاصله ردیف ۲۰ سانتی‌متر و تراکم ٤٥٠ بذر در مترمربع محاسبه و با توجه به وزن هزاردانه بذور، در ۳۰ مهرماه سال ۱۳۹۵ کشت گردید. تیمارهای شوری پس از استقرار گیاه اعمال گردید. همه عملیات زراعی آزمایش مانند تهیه زمین، تغذیه (براساس آزمون خاک)، مبارزه با علف‌های هرز، حشرات و بیماری‌ها و هم‌چنین آبیاری براساس تیمارها انجام گرفت. کود نیتروژن بر مبنای اوره به مقدار کلی ٤٢٠ گرم برای هر کرت آزمایش تعیین و در سه نوبت طی مراحل پنجه‌زنی (۱۲۰ گرم)، ساقه رفتن (١٤٠ گرم) و گل‌دهی (١٦٠ گرم) در دسترس گیاه قرار گرفت. در شرایط مزرعه برای هر نوبت آبیاری، جهت تهیه شوری‌های مختلف از مخلوط آب شیرین و شور استفاده گردید. به‌منظور جلوگیری از تجمع شوری در محیط ریشه با توجه به تیمارها حجم آب آبیاری جهت آبشویی نیز منظور گردید. نمونه‌گیری در طول فصل رشد و عملکرد و اجزای عملکرد در پایان فصل (اردیبهشت ١٣٩٦) با رعایت اثر حاشیه انجام پذیرفت. آنالیز داده‌ها براساس آزمایش فاکتوریل و اسپلیت فاکتوریل به‌وسیله نرم‌افزار آماری SAS v9.2 و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

www.SID.ir

Archive of SID

بحث و نتایج

نتایج تجزیه واریانس نشان داد تأثیر پرایم بذور و شوری و اثر متقابل آن‌ها در سطح یک درصد در تمامی صفات موردمطالعه دارای تأثیر معنی‌داری بوده است. تأثیر القای شوک الکتریکی نیز در صفات طول ساقه‌چه، طول گیاهچه، وزن خشک ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و وزن گیاهچه معنی‌دار گردید. برهمکنش تیمارها در بیش‌تر موارد معنی‌دار بود (جدول ۱).

تأثیر متقابل پرایم و شوک تنها در مورد وزن خشک ریشه‌چه معنی‌دار گردید، درحالی‌که تأثیر متقابل شوک و شوری بر چهار ویژگی طول ساقه‌چه، طول گیاهچه، وزن خشک ریشه‌چه و سرعت جوانه‌زنی معنی‌دار گردید (جدول ۱).

تأثیر متقابل پرایم، شوک و شوری نیز جز بر طول ریشه‌چه، بر بقیه صفات در سطح یک درصد معنی‌دار گردید (جدول ۱). درواقع پرایمینگ بذر با ترکیباتی نظیر آب‌نمک، اسید آبسزیک و پلی‌اتیلن‌گلایکول سبب بهبود استقرار گیاهچه می‌گردد (۱۶)، این ترکیبات سبب سنتز یک سری پروتئین‌ها مانند آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانتی شده و از این طریق تحمل به تنش‌ها را برای گیاه آسان‌تر می‌نماید.

جدول ۱- میانگین مربعات اثرات هیدورپرایمینگ و شوک الکتریکی تحت تنش شوری بر جوانه‌زنی گندم.

Table 1. The mean square effects of hydropriming and electric shocks under salt stress on wheat germination.

تیمارها Treatments	درجه آزادی Degrees of freedom	طول ریشه‌چه (میلی‌متر) Root length (mm)	طول ساقه‌چه (میلی‌متر) Stem length (mm)	طول گیاهچه (میلی‌متر) Seedling length (mm)	وزن ساقه‌چه (میلی‌گرم) Stem weight (mgr)	وزن ریشه‌چه (میلی‌گرم) Root weight (mgr)	وزن گیاهچه (میلی‌گرم) Seedling weight (mgr)	جوانه‌زنی (درصد) Germination percentage (%)	سرعت جوانه‌زنی (بذر در روز) Germination rate (Seed per day)
پرایم Prime	1	9.56**	8.094**	36.461**	0.087**	0.002**	0.108**	3329.290**	1526.204**
شوک Shock	1	0.46^{ns}	4.644**	6.960**	0.023**	0.001**	0.041**	12.484^{ns}	66.151^{ns}
شوری Salinity	2	154.972**	91.207**	495.013**	0.025**	0.027**	0.008**	4228.666**	2952.242**
پرایم و شوک Prime and shock	1	0.033^{ns}	0.616^{ns}	1.460^{ns}	0.004^{ns}	0.001**	0.0002^{ns}	12.01^{ns}	0.054^{ns}
پرایم و شوری Prime and salinity	2	20.261**	14.573**	72.658**	0.080**	0.00093**	0.09**	147.66**	49.825*
شوک و شوری Shock and salinity	2	0.998^{ns}	0.793*	5.734**	0.0006^{ns}	0.00092**	0.004^{ns}	48.835^{ns}	75.026**
پرایم و شوک و شوری Prime and shock and salinity	2	0.290^{ns}	4.035**	4.294**	0.013**	0.00077**	0.023**	192.513**	149.568**
اشتباه Error	24	0.49	0.24	0.414	0.001	0.0001	0.001	29.123	13.225

* و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد و ^{ns} عدم معنی‌دار می‌باشد.

**, * and ^{ns} are Significance at 1 and 5% level and insignificance, respectively.

www.SID.ir

Archive of SID

مقایسه میانگین اثرات متقابل هیدورپرایمینگ و شوک بر خصوصیات جوانه‌زنی گندم نشان داد پرایم بذور و استفاده از شوک الکتریکی باعث افزایش معنی‌دار طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه و کاهش معنی‌دار وزن ساقه‌چه و گیاهچه می‌گردد. در شرایط عدم پرایم استفاده از شوک تأثیر معنی‌داری بر طول ساقه و ریشه و هم‌چنین درصد و سرعت جوانه‌زنی نداشته است (جدول ۲). افزایش درصد جوانه‌زنی، شاخص قدرت بذر، درصد سبزشدن در مزرعه و بهبود عملکرد گندم و کاهش اثرات تنش شوری با استفاده از ۱۰۰ میلی‌گرم اسید سالیسیلیک در شرایط تنش شوری مشاهده شد (۲۷). انصاری و همکاران (۲۰۱٤) نیز افزایش کارایی استفاده از ذخایر بذر، وزن خشک گیاهچه و درصد تخلیه بذور در بذور پرایم‌شده نسبت به بذور پرایم نشده را عنوان نمودند (٤).

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات متقابل هیدورپرایمینگ و شوک بر خصوصیات جوانه‌زنی گندم.

Table 2. Comparison of the average interaction effects of hydropriming and shock on wheat germination properties.

سرعت جوانه‌زنی (بذر در روز) Germination rate (Seed per day)	جوانه‌زنی (درصد) Germination percentage (%)	وزن گیاهچه (میلی‌گرم) Seedling weight (mgr)	وزن ریشه‌چه (میلی‌گرم) Root weight (mgr)	وزن ساقه‌چه (میلی‌گرم) Stem weight (mgr)	طول گیاهچه (میلی‌متر) Seedling length (mm)	طول ساقه‌چه (میلی‌متر) Stem length (mm)	طول ریشه‌چه (میلی‌متر) Root length (mm)	تیمارها Treatments	
45.35^{a}	79.07^{a}	0.74^{a}	0.098^{a}	0.64^{a}	7.3^{c}	2.37^{c}	4.78^{c}	عدم شوک Lack of shock	عدم پرایم Lack of prime
42.56^{a}	81.41^{a}	0.68^{b}	0.072^{b}	0.61^{ab}	7.77^{c}	2.82^{bc}	4.95^{bc}	شوک Shock	
32.25^{b}	61^{b}	0.63^{b}	0.07^{b}	0.56^{b}	8.91^{b}	3.05^{b}	5.75^{ab}	عدم شوک Lack of shock	پرایم Prime
29.62^{b}	61.02^{b}	0.55^{c}	0.07^{b}	0.49^{c}	10.19^{a}	4.03^{a}	6.04^{a}	شوک Shock	

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشند.

The numbers with the same letter in each column aren't statistically significant (At 5% probability level).

نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثرات متقابل هیدورپرایمینگ و سطوح مختلف شوری بر خصوصیات جوانه‌زنی گندم بیانگر آن است که پرایم بذور باعث افزایش طول و وزن ریشه‌چه و ساقه‌چه در شرایط شوری نسبت به شرایط عدم پرایم می‌گردد (جدول ۳). در مورد ارزن نیز در شرایط شوری هاوپرایمینگ و هیدروپرایمینگ سبب افزایش کارایی استفاده از ذخایر و وزن خشک گیاهچه در مقایسه با بذور پرایم‌نشده گزارش گردید (۲).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل هیدورپرایمینگ و سطوح مختلف شوری بر خصوصیات جوانه‌زنی گندم.

Table 3. Comparison of the average interaction effects of hydropriming and salinity on wheat germination properties.

تیمارها Treatments		طول ریشه‌چه (میلی‌متر) Root length (mm)	طول ساقه‌چه (میلی‌متر) Stem length (mm)	طول گیاهچه (میلی‌متر) Seedling length (mm)	وزن ساقه‌چه (میلی‌گرم) Stem weight (mgr)	وزن ریشه‌چه (میلی‌گرم) Root weight (mgr)	وزن گیاهچه (میلی‌گرم) Seedling weight (mgr)	جوانه‌زنی (درصد) Germination percentage (%)	سرعت جوانه‌زنی (بذر در روز) Germination rate (Seed per day)
عدم پرایم Lack of prime	عدم شوری Lack of salinity	6.54^{b}	4.1^{b}	10.8^{b}	0.55^{c}	0.14^{a}	0.7^{b}	95.41^{a}	58.65^{a}
	۲۰۰ میلی‌مولار 200 mM	6.43^{b}	3.18^{c}	9.61^{c}	0.57^{bc}	0.08^{c}	0.65^{b}	88.05^{a}	47.9^{b}
	٤۰۰ میلی‌مولار 400 mM	1.63^{c}	0.5^{d}	2.19^{e}	0.74^{a}	0.03^{d}	0.8^{a}	57.26^{c}	25.4^{c}
پرایم Prime	عدم شوری Lack of salinity	10.6^{a}	7.6^{a}	18.5^{a}	0.49^{d}	0.1^{b}	0.6^{b}	79^{b}	45.6^{b}
	۲۰۰ میلی‌مولار 200 mM	5.8^{b}	2.9^{c}	8.65^{d}	0.62^{b}	0.08^{c}	0.7^{b}	60.83^{c}	30.8^{c}
	٤۰۰ میلی‌مولار 400 mM	1.33^{c}	0.1^{d}	1.5^{e}	0.46^{d}	0.01^{e}	0.5^{c}	43.21^{d}	16.5^{d}

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشند.

The numbers with the same letter in each column aren't statistically significant (At 5% probability level).

استفاده از شوک الکتریکی در مقایسه با عدم کاربرد آن باعث شد تا افزایش رشد طولی و وزنی گیاهچه‌های گندم در شرایط شوری ۲۰۰ میلی‌مولار مشاهده گردد این در حالی است که در شرایط عدم شوری استفاده از شوک الکتریکی اختلاف معنی‌داری با شرایط عدم کاربرد آن بر خصوصیات جوانه‌زنی گندم نداشته است (جدول ٤).

بیش‌ترین طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در تیمارهای عدم شوری و پرایمینگ در شرایط شوک و عدم شوک الکتریکی و کم‌ترین آن‌ها در تیمارهای شوری ٤۰۰ میلی‌مولار مشاهده شد نتایج نشان داد کاربرد شوک الکتریکی باعث کاهش معنی‌دار وزن گیاهچه، ساقه‌چه و ریشه‌چه گندم در شرایط پرایم و عدم آن و هم‌چنین در سطوح مختلف شوری شده است که این نتیجه در شوری ۲۰۰ میلی‌مولار مشهودتر است (جدول ٤).

شرایط مزرعه: نتایج مزرعه‌ای نشان داد صفات مورد مطالعه تحت‌تأثیر تیمارهای مختلف پرایم، شوک و شوری قرار گرفتند، البته تنها وزن هزاردانه تحت‌تأثیر عامل پرایم قرار نگرفت، اثرات متقابل پرایم- شوک، پرایم- شوری و شوک- شوری، در مورد اکثر صفات غیرمعنی‌دار گردید. اثر متقابل پرایم و شوک و شوری نیز به‌جز در مورد صفات تعداد سنبله در مترمربع و تعداد دانه در سنبله در مورد بقیه صفات غیرمعنی‌دار گردید. دلیل این امر تأثیرات متضاد و برعکس پرایم و شوک با شوری می‌باشد و اثرات مثبت پرایم و شوک توسط اثرات منفی عامل شوری تعدیل گردید (جدول ۵).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٤- مقایسه میانگین اثرات متقابل هیدورپرایمینگ و شوک الکتریکی و سطوح شوری بر خصوصیات جوانه‌زنی گندم.

Table 4. Comparison of the average interaction effects of hydropriming, shock and salinity on wheat germination properties.

تیمارها Treatments			طول ریشه‌چه (میلی‌متر) Root length (mm)	طول ساقه‌چه (میلی‌متر) Stem length (mm)	طول گیاهچه (میلی‌متر) Seedling length (mm)	وزن ساقه‌چه (میلی‌گرم) Stem weight (mgr)	وزن ریشه‌چه (میلی‌گرم) Root weight (mgr)	وزن گیاهچه (میلی‌گرم) Seedling weight (mgr)	جوانه‌زنی (درصد) Germination percentage (%)	سرعت جوانه‌زنی (بذر در روز) Germination rate (Seed per day)
عدم پرایم Lack of prime	عدم شوک Lack of shock	عدم شوری Lack of salinity	6.8^{b}	4.5^{c}	11.6^{c}	0.61^{b}	0.17^{a}	0.8^{a}	94.06^{a}	60.06^{a}
		۲۰۰ میلی‌مولار 200 mM	6^{b}	2.25^{d}	8.25^{e}	0.57^{b}	0.08^{b}	0.65^{b}	90.5^{a}	51.8^{b}
		٤۰۰ میلی‌مولار 400 mM	1.6^{c}	0.32^{e}	2.03^{f}	0.7^{ab}	0.04^{c}	0.8^{a}	52.7^{c}	24.2^{ef}
	شوک Shock	عدم شوری Lack of salinity	6.3^{b}	3.7^{c}	10^{d}	0.5^{b}	0.1^{b}	0.6^{b}	96.8^{a}	57.2^{ab}
		۲۰۰ میلی‌مولار 200 mM	6.9^{b}	4.11^{c}	11^{cd}	0.6^{b}	0.08^{b}	0.65^{b}	85.6^{a}	43.9^{c}
		٤۰۰ میلی‌مولار 400 mM	1.7^{c}	0.7^{e}	2.35^{f}	0.76^{a}	0.03^{c}	0.8^{a}	61.9^{c}	26.6^{e}
پرایم Prime	عدم شوک Lack of shock	عدم شوری Lack of salinity	10.4^{a}	6.4^{b}	17.5^{b}	0.49^{b}	0.1^{b}	0.6^{b}	83.8^{a}	52.6^{b}
		۲۰۰ میلی‌مولار 200 mM	5.3^{b}	2.6^{d}	7.5^{e}	0.65^{b}	0.08^{b}	0.7^{ab}	55.2^{c}	26.8^{b}
		٤۰۰ میلی‌مولار 400 mM	1.5^{c}	0.15^{e}	1.7^{f}	0.53^{b}	0.02^{d}	0.55^{b}	44^{c}	17.3^{e}
	شوک Shock	عدم شوری Lack of salinity	10.7^{a}	8.8^{a}	19.5^{a}	0.48^{b}	0.1^{b}	0.6^{b}	74.2^{ab}	38.5^{fg}
		۲۰۰ میلی‌مولار 200 mM	6.25^{b}	3.2^{cd}	9.8^{d}	0.58^{b}	0.09^{b}	0.7^{b}	66.5^{abc}	34.8^{d}
		٤۰۰ میلی‌مولار 400 mM	1.14^{d}	0.18^{e}	1.32^{f}	0.4^{c}	0.1^{e}	0.4^{c}	42.4^{c}	15.6^{g}

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشند.

The numbers with the same letter in each column aren't statistically significant (At 5% probability level).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵- میانگین مربعات اثرات هیدورپرایمینگ و شوک الکتریکی تحت تنش شوری بر اجزای عملکرد گندم.

Table 5. The mean square effects of hydropriming and electric shocks under salt stress on yields components of wheat.

تیمارها Treatments	درجه آزادی Degrees of freedom	تعداد سنبله در مترمربع Number of spikes per square meter	تعداد دانه در سنبله Number of seeds per spike	وزن هزاردانه (گرم) Weight of one thousand seeds (gr)	کلروفیل a Chlorophyll a	ارتفاع بوته Bush height	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest index
پرایم Prime	1	1722.2**	37.25**	34.02^{ns}	15.84**	226.9*	988977**	14814.9*	54.63**
شوک Shock	1	1308.0**	28.26**	100.4**	26.11**	583.38**	1754397**	38097**	55.32**
شوری Salinity	2	51283.3**	1109.1**	115.18**	212.28**	1208.04**	17497021**	78858**	1521.2**
پرایم و شوک Prime and shock	1	306.25*	6.6*	19.8^{ns}	5.44^{ns}	116.64^{ns}	253129^{ns}	7611.9^{ns}	9.27*
پرایم و شوری Prime and salinity	2	320.58**	6.93**	5.26^{ns}	2.52^{ns}	34.86^{ns}	188127^{ns}	2277.6^{ns}	8.78*
شوک و شوری Shock and salinity	2	149.52^{ns}	3.24^{ns}	25.9^{ns}	2.16^{ns}	122.44^{ns}	297352^{ns}	7995.6^{ns}	2.67^{ns}
پرایم و شوک و شوری Prime and shock and salinity	2	379.08**	8.2**	2.56^{ns}	1.38^{ns}	15.0^{ns}	77775^{ns}	980.0^{ns}	9.16*
اشتباه Error	24	50.97	1.10	10.14	1.46	52.18	121516	3407.3	2.03

* و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد و ^{ns} عدم معنی‌دار می‌باشد.

**, * and ^{ns} are Significance at 1 and 5% level and insignificance, respectively.

www.SID.ir

Archive of SID

پرایم بذور و اعمال شوک الکتریکی باعث افزایش معنی‌دار تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله، وزن هزاردانه، کلروفیل آ، ارتفاع بوته، عملکرد دانه و بیولوژیک و هم‌چنین شاخص برداشت گندم گردیده و افزایش سطوح شوری باعث کاهش معنی‌دار صفات مذکور شد (جدول ٦).

در شرایط عدم شوری، اختلاف معنی‌داری بین اعمال و عدم اعمال پرایم در شرایط شوک‌دهی و عدم شوک‌دهی مشاهده نشد، این در حالی است که در سطوح بالای شوری، شوک باعث افزایش معنی‌دار عملکرد و اجزای آن گردید. در شرایط تنش شدید شوری، شوک‌دهی و پرایم مانع کاهش عملکرد گندم شدند (جدول ۷)، سایر پژوهشگران نیز اعمال پرایمنیگ بذور را باعث افزایش مقاومت به تنش‌های محیطی از جمله شوری اعلام کرده‌اند (۱۱). کاهش وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه و درصد جوانه‌زنی در اثر تنش شوری توسط سایر پژوهشگران نیز تأیید گردیده است (۸، ۱۵ و ۱۸).

جدول ٦- مقایسه میانگین اثرات ساده هیدورپرایمینگ، شوک الکتریکی و تنش شوری بر اجزای عملکرد گندم.

Table 6. Comparison of the average simple effects of hydropriming, electric shock and salt stress on wheat germination.

شاخص برداشت Harvest index	عملکرد بیولوژیک Biological yield	عملکرد دانه Grain yield	ارتفاع بوته Bush height	کلروفیل a Chlorophyll a	وزن هزاردانه (گرم) Weight of one thousand seeds (gr)	تعداد دانه در سنبله Number of seeds per spike	تعداد سنبله در مترمربع Number of spikes per square meter	Treatments تیمارها	
30.26[b]	789.5[b]	2457.1[b]	97.71[b]	28.95[b]	36.18[a]	50.6[b]	344.6[b]	عدم پرایم Lack of prime	پرایم Prime
32.72[a]	830.1[a]	2788.5[a]	102.7[a]	30.28[a]	38.13[a]	52.71[a]	358.4[a]	پرایم Prime	
30.25[b]	777.3[b]	2402.0[b]	96.2[b]	28.76[b]	35.49[b]	50.81[b]	345.5[b]	عدم شوک Lack of shock	شوک Shock
32.73[a]	842.3[a]	2843.6[a]	104.2[a]	30.47[a]	38.8[a]	52.58[a]	357.5[a]	شوک Shock	
44.2[a]	896.3[a]	3991.4[a]	110.9[a]	34.3[a]	40.3[a]	62.5[a]	425.5[a]	عدم شوری Lack of salinity	
27.1[b]	797.4[b]	2169.4[b]	98.6[b]	28.3[b]	37.0[b]	48.1[b]	327.1[b]	۲۰۰ میلی‌مولار 200 mM	شوری Salinity
23.09[c]	735.6[c]	1707.7[c]	91.0[c]	26.1[c]	34.1[c]	44.3[c]	301.8[c]	٤۰۰ میلی‌مولار 400 mM	

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشند.

The numbers with the same letter in each column aren't statistically significant (At 5% probability level).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۷- مقایسه میانگین اثرات متقابل هیدروپرایمینگ و شوک الکتریکی و سطح شوری بر اجزای عملکرد گندم.

Table 7. Comparison of the average interaction effects of hydropriming, shock and salinity on yield components of wheat.

شاخص برداشت Harvest index	عملکرد بیولوژیک Biological yield	عملکرد دانه Grain yield	ارتفاع بوته Bush height	کلروفیل a Chlorophyll a	وزن هزاردانه (گرم) Weight of one thousand seeds (gr)	تعداد دانه در سنبله Number of seeds per spike	تعداد سنبله در مترمربع Number of spikes per square meter	صفات Characteristics
41.6^{c}	791.0^{bcde}	3288.1^{c}	97.9^{bcde}	32.0^{b}	34.7^{bc}	61.4^{b}	417.7^{b}	عدم شوری Lack of salinity
23.7^{fg}	746.7^{cde}	1772.3^{ef}	92.4^{cde}	26^{def}	34.7^{bc}	45.0^{fg}	306.3^{fg}	۲۰۰ میلی مولار 200 mM
20.2^{h}	689.8^{e}	1396.9^{f}	85.4^{e}	24.5^{f}	32.0^{c}	41.6^{h}	283.0^{h}	۴۰۰ میلی مولار 400 mM
43.9^{bc}	948.3^{a}	4163^{ab}	117.4^{a}	35.0^{a}	43.3^{a}	61.8^{b}	420.0^{b}	عدم شوری Lack of salinity
30.0^{d}	839.3^{bc}	2516.0^{d}	103.9^{bc}	29.9^{c}	39.0^{ab}	50.6^{c}	344.3^{c}	۲۰۰ میلی مولار 200 mM
22.2^{gh}	722.3^{de}	1605.3^{ef}	89.4^{de}	25.7^{ef}	33.5^{bc}	43.6^{g}	296.3^{g}	۴۰۰ میلی مولار 400 mM
44.3^{b}	878.9^{ab}	3916.4^{b}	108.8^{ab}	34^{ab}	39.3^{ab}	62.8^{ab}	427.0^{ab}	عدم شوری Lack of salinity
27.2^{e}	799.5^{bcde}	2174^{de}	98^{bcde}	28.4^{cd}	37.1^{bc}	48.2^{df}	328^{de}	۲۰۰ میلی مولار 200 mM
24.5^{fg}	758.0^{cde}	1863.8^{ef}	93.8^{cde}	27.0^{de}	35.2^{bc}	45.7^{f}	311.0^{f}	۴۰۰ میلی مولار 400 mM
47.4^{a}	967.3^{a}	4597.3^{a}	119.7^{a}	36.1^{a}	44.0^{a}	64.4^{a}	437.7^{a}	عدم شوری Lack of salinity
27.5^{e}	804.3^{bcd}	2214^{de}	99.5^{bcd}	28.6^{cd}	37.3^{bc}	48.5^{d}	330.0^{d}	۲۰۰ میلی مولار 200 mM
25.4^{ef}	772.7^{bcde}	1964^{def}	95.6^{bcde}	27.5^{de}	35.9^{bc}	46.6^{ef}	317.0^{ef}	۴۰۰ میلی مولار 400 mM

								عدم پرایم Lack of prime
								شوک Shock
								عدم شوک Lack of shock
								پرایم Prime
								شوک Shock
								عدم شوک Lack of shock

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشند.

The numbers with the same letter in each column aren't statistically significant (At 5% probability level).

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج نشان داد که در شرایط عدم پرایم و عدم شوک، با افزایش شوری، تمامی صفات موردمطالعه دچار کاهش شدند. کاهش این صفات با افزایش شوری در شرایط عدم پرایم و ایجاد شوک هم اتفاق افتاد با این تفاوت که شدت کاهش به‌دلیل اثر مثبت شوک، تقلیل یافت، به‌طور مثال در شرایط عدم پرایم- عدم شوک، با افزایش ۲۰۰ میلی‌مولاری شوری، عملکرد دانه ٤٦ درصد کاهش یافت و در همین شرایط با افزایش ٤۰۰ میلی‌مولاری شوری، میزان کاهش عملکرد ٥٦ درصد به‌دست آمد. در شرایط عدم پرایم- ایجاد شوک، افزایش ۲۰۰ میلی‌مولاری شوری، کاهش ٤۰ درصدی و افزایش ٤۰۰ میلی‌مولاری شوری، کاهش ٦۱ درصدی عملکرد دانه را باعث گردید. در شرایط پرایم- عدم شوک، با افزایش ۲۰۰ میلی‌مولاری شوری، عملکرد دانه ٤٤ درصد کاهش یافت و در همین شرایط با افزایش ٤۰۰ میلی‌مولاری شوری، میزان کاهش عملکرد ٥۲ درصد به‌دست آمد. در شرایط پرایم- ایجاد شوک، افزایش ۲۰۰ میلی‌مولاری شوری، کاهش ٥۲ درصدی و افزایش ٤۰۰ میلی‌مولاری شوری، کاهش ٥۷ درصدی عملکرد دانه را باعث گردید (جدول ۷).

کاهش اجزاء جوانه‌زنی در شرایط تنش شوری به‌دلیل کاهش سرعت و میزان جذب اولیه آب و نیز اثرات منفی پتانسیل‌های اسمزی پایین و سمیت یون‌های سدیم و کلر بر فرآیندهای بیوشیمیایی مراحل کاتولیک و آنابولیک جوانه‌زنی می‌باشد، کاهش رشد گیاهچه تحت تنش شوری تا حدودی به‌دلیل کاهش تحرک نشاسته می‌باشد که در اثر کاهش فعالیت آمیلاز و محتوای بالای نشاسته در لپه‌ها یا آندوسپرم گیاهان تحت تنش است. کاهش فعالیت آمیلاز در بذور گیاهان تحت تنش به کاهش تشکیل گلوکز از نشاسته منجر شده و حاصل آن کاهش سنتز ساکارز بوده، این وضعیت باعث محدود شدن محور جنین‌زا و کاهش رشد گیاهچه تحت شرایط تنش می‌گردد (۲۱). به‌طورکلی، شوری از سه طریق افزایش فشار اسمزی، ایجاد سمیت ویژه یونی و بهم‌زدن تعادل تغذیه‌ای، رشد و عملکرد گیاه را محدود می‌سازد، مهم‌ترین تأثیر شوری مربوط به کل املاح خاک و کاهش پتانسیل اسمزی است. اثر متقابل شوری و جوانه‌زنی عموماً به‌دلیل اثر اسمزی و سمیت است. برخی اثر اسمزی (۲۳) و بیش‌تر پژوهشگران سمیت یونی را عامل اصلی محدودکننده می‌دانند (۱۹ و ۲٦). مقاومت گیاه در مراحل جوانه‌زنی و اولیه رشد به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای از گیاهی به گیاه دیگر متفاوت است و با مفهوم مقاومت گیاه که بر مبنای عملکرد است هیچ نوع همبستگی ندارد، زیرا مقاومت در مراحل جوانه‌زنی و اولیه، مفهوم بقای گیاه در یک شوری معین را می‌رساند (۱۷).

در نظر گرفتن سلول زنده به‌عنوان یک سیستم الکتریکی و جسم باردار، پایه‌ای را برای درک سازوکار اثر انرژی‌های الکتریکی، مغناطیسی و الکترومغناطیسی در اعمال فیزیولوژیک سلول فراهم می‌آورد؛ بنابراین می‌توان چنین تصور کرد که اعمال شوک الکتریکی با اعمال نیروهایی بر بارهای متحرک یا ثابت، با مولکول‌ها و ماکرومولکول‌ها یا ساختارهای زیستی واکنش نشان داده و از این طریق سبب تغییر در اندازه یا شکل سطوح انرژی یا مراحل شیمیایی آن‌ها می‌گردد. این اثر بیش‌تر در مرحله انتقال انرژی که این انرژی منتقل‌شده می‌تواند ظاهر شده و یا توسط سازوکارهای ترمیمی بی‌اثر شود و به دنبال آن یکسری وقایع پشت سر هم در سطح مولکولی، سلولی و بافتی رخ داده و اثرات زیستی را سبب شود (۲۰).

در بسیاری از گزارش‌ها در مورد سازوکار اثر شوک الکتریکی و میدان‌های الکترومغناطیسی به نقش اثرات بیوفیزیکی در تأثیر روی کانال‌های غشایی

www.SID.ir

Archive of SID

به‌ویژه کانال‌های انتقال کلسیم اشاره و بیان می‌شود که این عوامل با القای اثرات الکتریکی و میدان الکترومغناطیسی به این کانال‌ها که دارای بار الکتریکی هستند موجب باز شدن این کانال‌ها و افزایش کلسیم درون‌سلولی می‌گردند. با توجه به نقش و اهمیت کلسیم به‌عنوان پیام‌آور ثانویه که در نهایت باعث فعال شدن بسیاری از عوامل بیان ژن می‌شود، این تغییرات موجب تغییر در سنتز پروتئین‌ها و دیگر فعالیت‌های متابولیکی و زیستی سلول می‌گردند (۲۰).

اثرات شوک الکتریکی را می‌توان با دو فرضیه بیان نمود: یکی از فرضیه‌ها را می‌توان به خواص الکترومغناطیس برخی از اتم‌های سلول‌های گیاهی و رنگیزه‌های کلروپلاستی دانست. اعمال شوک خارجی میدانی به وجود می‌آورد که باعث چرخش این اتم‌ها در راستای آن می‌شود. این چرخش باعث توانایی آن‌ها برای جذب انرژی شده و از سلولی به سلول دیگر منتقل‌شده و در نهایت باعث فعال شدن آن‌ها می‌شود (۳). از سوی دیگر بسیاری از پژوهشگران عامل افزایش ظرفیت جوانه‌زنی و شتاب مراحل مورفولوژیک در بذرها را افزایش جذب آب بیان کرده‌اند (۹). شوک الکتریکی احتمالاً نه‌تنها باعث نفوذ سریع‌تر آب به بذر می‌شود، بلکه بر سرعت واکنش‌های آنزیمی نیز از این طریق اثر می‌گذارد. افزایش جذب آب در اولین مرحله باعث شتاب در آماس بذرها تحت‌تأثیر شوک الکتریکی شده که پیامد آن افزایش وزن تر آن‌هاست.

نتیجه‌گیری کلی

به‌طورکلی نتایج این پژوهش نشان داد که القای شوک الکتریکی با ولتاژ ۲۰ کیلوولت قبل از کشت بذر گندم بر روی صفات درصد و سرعت جوانه‌زنی و سایر مؤلفه‌های جوانه‌زنی گندم و هم‌چنین عملکرد دانه و بیولوژیک و اجزای عملکرد گندم تحت تنش شوری در سطوح ۲۰۰ و ٤۰۰ میلی‌مولار تأثیر معنی‌داری دارد. اثر برهمکنش پرایمینگ و شوک نیز در برخی صفات، در هر دو آزمایش معنی‌داری نگردید. هم‌چنین پرایم بذور در تنش شوری در سطوح ۲۰۰ و ٤۰۰ میلی‌مولار اثر قابل‌توجهی روی صفات بذور گندم نداشت، اما پرایم بذور گندم به‌مدت ٤۸ ساعت بدون القای تنش شوری قبل از کشت می‌تواند اثر قابل‌توجه و معنی‌داری روی صفات جوانه‌زنی داشته باشد.

به‌طورکلی می‌توان گفت اعمال شوک الکتریکی به مقدار ۲۰ کیلوولت باعث افزایش مقاومت به تنش شوری گردیده که در نتیجه باعث افزایش رشد اولیه و جوانه‌زنی گیاه و همچنین افزایش عملکرد و اجزای عملکرد گندم و شاخص برداشت محصول می‌گردد.

با توجه به این‌که استفاده از شوک الکتریکی توانسته است تأثیراتی بر رشد اولیه گیاه گندم داشته باشد پیشنهاد می‌شود این آزمایش با اعمال تعداد دفعات بیشتر و هم‌چنین تغییر میزان شوک وارده و زمان شوک‌دهی مجدداً تکرار شده و اثرات شوک الکتریکی بر سایر گیاهان نیز مطالعه و بررسی گردد. هم‌چنین پیشنهاد می‌شود اثرات مقادیر مختلف اعمال شوک الکتریکی بر سایر مراحل رشدی گیاه مورد بررسی قرار گرفته و تغییرات هورمونی و آنزیمی درون گیاه و بذر نیز موردمطالعه قرار گیرد تا بتوان به‌عنوان روشی برای مقابله با تنش‌های محیطی ازجمله افزایش مقاومت گیاه به تنش‌های شوری و خشکی مورداستفاده و توصیه قرار داد.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

1.Armin, M., and Ajamnorouzi, H. 2014. Seed priming effect on germination and heterotrophic growth of wheat seedlings under drought stress and salinity stress conditions. Iran. J. Seed Res. 4: 3. 52-60. (In Persian)

2.Aghbolaghi, M., and Sedghi, M. 2014. The effect of Halo- and Hydro-priming on germination characteristics of millet seeds under salinity stress. Cercetari agronomice in Moldova. 47: 2. 41-48.

3.Aladjadjiyan, A. 2010. Influence of stationary magnetic field on lentil seeds. INT Agrophys. 24: 321-324.

4.Ansari, O., Chogazardi, H., Sharifzadeh, F., and Nazarli, H. 2012. Seed reserve utilization and seedling growth of treated seeds of mountain rye (*Secale montanum*) as affected by drought stress. Cercetari Agronomice in Moldova. 45: 2. 43-48.

5.Daneshmandi, F., Arwin, M., Keramat, B., and Momeni, N. 2012. Effect of salinity and salicylic acid on seed germination and growth parameters of maize plants (*Zea mays* L.) under field conditions. J. Plant Proc. Func. 1: 1. 57-70. (In Persian)

6.Dhawi, F., Al-Khayri, J.M., and Hassan, E. 2009. Static magnetic field influence on elements composition in date palm (*Phoenix dactylifera* L.). Res. J. Agric. Biol. Sci. 5: 161-166.

7.Dolatabadian, A., Modarressanawi, A., and Eetamadi, F. 2008. Effect of salicylic acid pre-treatment on wheat seed germination (*Triticum aestivum* L.) under salinity stress conditions. Iran biology magazine. 21: 4. 692-702. (In Persian)

8.Ekiz, H., and Yilmaz, A. 2003. Determination of the salt tolerance of some barley genotypes and the characteristics affecting tolerance. Turk. J. Agric. For. 27: 253-260.

9.Fischer, G., Tausz, M., Kock, M., and Grill, D. 2004. Effects of weak 16 Hz magnetic fields on growth parameters of young sunflower and wheat seedlings. Bioelectromagnetics. 25: 638-641.

10.Ghaderifar, F., Akbarpour, V., Khawari, F., and Ehteshamnia, A. 2013. Determination of salinity tolerance threshold at germination stage in six medicinal plants. J. Plant Prod. Sci. 18: 4. 31-42. (In Persian)

11.Ghaderifar, F., Alimagham, M., Pouri, K., Ghorbani, M.H., and Khawari, F. 2014. Study of the effect of salinity on the emergence and yield of wheat primed. J. Appl. Physiol. 1: 3. 1-13. (In Persian)

12.Ghawami, F., Malbouei, M., Ghanadha, M., Yazadisamadi, B., Mozaffari, J., and Agaei, M. 2004. Investigation of reaction of Iranian wheat tolerant cultivars to salinity stress in germination and seedling stages. Iran Agric. Res. 35: 2. 453-463. (In Persian)

13.Gholamnezadsoureh, S., and Nejatzadeh, F. 2016. Effect of Seed Hydroperimination on Germination and Seedling Growth of Parsley under Salt Stress. New J. Cellular Biotech – Molecular. 6: 24. 23-30. (In Persian)

14.Gholinezhad, E. 2011. Effect of salt stress on germination indices of wheat genotypes. Research Seed (Seed Science and Technology). 1: 1. 14-21. (In Persian)

15.Ghorbani, M.H., Soltani, A., and Amiri, S. 2007. Effect of Salinity and Seed Size on Germination and Wheat Seedling Growth. J. Agric. Nat. Resour. Sci. 14: 6. 35-47. (In Persian)

16.Giri, G.S., and Schillinger, W.F. 2003. Seed priming winter wheat for germination, emergence and yield. Crop Sci. 43: 6. 2135-2141.

17.Grattan, S.R., Grieve, C.M., Poss, J.A., Robinson, P.H., Suarez, D.L., and Benes, S.E. 2004. Evaluation of salt-tolerant forages foe sequential water reuses systems. I. Biomasss production. Agric. Water Manage. 70: 109-120.

18.Hadi, M.R., Azamkhoshkholghsima, N., Khawarinezad, R.A., and Khayyamnekouei, S.M. 2008. Effect of elemental accumulation on salinity tolerance in seven genotypes of durum wheat. Iran biology magazine. 21: 2. 326-340. (In Persian)

19.Lin, C., and Kao, C.H. 1996. Proline accumulation is associated with inhibition of root growth of rice seedling caused by NaCl. J. Plant Sci. 114: 121-128.

www.SID.ir

Archive of SID

20.Majd, A., Bahar, M., and Abdi, S. 2009. Study the effect of magnetics AC and DC on seed germination of rapseed (*Brassica napus* L.). Biology. 1: 1. 23-29.
21.Mehrabi, A.A., Yazdisamadi, B., Naghavi, M.R., Omidi, M., and Tavakolafshari, R. 2007. Abscisic acid and kinetin effects on seed germination and seedling early growth of wheat under salinity stress. Pajouhesh & Sazandegi. 77: 83-93. (In Persian)
22.Mohammadzadeh, A., Siadat, H., and Pazira, A. 2013. Effect of soil salinity and the performance of several bread wheat genotypes. Environ stress agronomic science. 6: 2. 97-110. (In Persian)
23.Rogers, M.E., and Nobel, C.C. 1991. On establishment and growth of blansa clover. Aust. Agr. Res. 42: 847-857.
24.Soleimani, F., Ahmadwand, G., and Saadatian, B. 2013. Seed priming effect on germination and seedling germination of cotton grass (*Gossypium hirsutum* L.) in salinity stress. Seed Sci Technol. 2: 3. 14-23. (In Persian)
25.Vasilevski, G. 2003. Perspectives of the application of biophysical methods in sustainable agriculture. Bulg. J. Plant Physiol. (Special Issue). 29: 3. 179-186.
26.Yapsania, T., Moustakas, M., and Domiandou, K. 1994. Protein Phasporylation dephosphorylation in alfalfa seeds germinating under salt stress. J. Plant Physiol. 143: 234-240.
27.Yousof, F., and El-Saidy, A.E. 2014. Application of salicylic acid to improve seed vigor and yield of some Bread Wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.) Under Salinity Stress. Res. J. Seed Sci. 7: 2. 52-62.

www.SID.ir

Arc

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 27(1), 2020
http://jwsc.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jwsc.2020.15237.3042

Effect of Electric Shock Application and Hydropriming on Increasing Wheat Water Productivity under Different Salinity Levels

A. Ahmadian[1], S. Mehrjoo[2] and *A. Salari[3]

[1]Assistant Prof., Dept. of Plant Production, Faculty of Agriculture and Natural Resources and Saffron Institute, University of Torbat Heydarieh, [2]Moderator, Dept. of Electrical, Faculty of Technical and Engineering, University of Torbat Heydarieh, [3]Assistant Prof., Dept. of Sciences and Water Engineering, Minab Higher Education Complex, Hormozgan University

Received: 06.12.2018; Accepted: 01.12.2020

Abstract

Background and Objectives: Although evidences suggest an increase in salinity and depletion of water and soil resources, the growing demand for food has made the use of unsuitable and unusable water quality unavoidable due to severe population growth and lack of quality water resources. Salinity affects the germination and seedling growth of plants through the toxicity of the elements, disruption of the absorption of the elements and the reduction of water potential. The establishment and germination stages are the most sensitive stages of plant growth to salinity and there are several methods to reduce the negative effects of soil and water salinity and increase the uniformity of emergence and ultimately yield of plants. Application of electric shock and hydropriming, respectively, are new and practical methods to increase salinity. Although, there is limited scientific information regarding the effects of electric shock on seed germination, seed priming is one of the most commonly used methods to reduce the negative effects of salinity. These methods induce initial resistance to salt stress. For this purpose, an experiment was conducted to investigate the effect of priming and electric shocks on germination and some of the initial vegetative traits of wheat.

Materials and Methods: The experiment was carried out in a factorial experiment with three replications in two separate experiments in the year of 2017 at the research site of Medicinal plants of Faculty of Agriculture, Torbat-e-Heydarieh University. Factors include seed primer at two levels (non-primer and primer with distilled water for 48 hours), electric shock at two levels (non-shock and electric shock with a voltage of 20 kW) and salinity with sodium chloride at three levels (zero, 200 and 400 mM). The field test was performed as a split factor in the form of a randomized complete block design in the 2016-2017 crop year at the Medicinal Plants Research Institute of the Faculty of Agriculture, Torbat-Heydariyeh University. Salinity stress treatments were applied as the main plot and shock levels and pre-treatment as a factor in the sub-plot. The treatments were similar to the germination test. Due to the fact that the water used to irrigate the saline farm was about two decimetres per meter, it was considered as a control treatment.

Results: The results of analysis of variance showed that the effect of seed primer, induction of electric shock and salinity and their interaction at 1% level in all studied traits had a significant effect. The results of simple effects of three independent factors showed that the primitives of the seeds before cultivation increased all studied germination traits (other than germination speed). Field results indicated that traits were affected by different treatments of primer, shock

* Corresponding Author; Email: salari.1361@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

and salinity. Seeds and application of electric shock caused a significant increase in the number of spikes per square meter, number of seeds per spike, 1000 seed weight, chlorophyll A, plant height, grain yield and biological yield, as well as harvest index of wheat and increasing salinity levels significantly reduced these traits. The decrease in traits was higher due to increased salinity levels in non-primer-non-shock conditions compared to primer-induced shock conditions.

Conclusion: The application of electric shock and hydropriming significantly increase the seed germination and primary growth of wheat and so increase the competition power with weeds on lab. and in addition in farm conditions, electric shock and seed priming enhanced yield and its components, especially in salinity stress conditions.

Keywords: Electric Shock, Water Productivity, Wheat

www.SID.ir